

**ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА НА ТЕМУ
«СВЕТОВОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ»**

Автор:

Смирнов Владимир Николаевич,

ученик 8 Б класса

*Муниципальное бюджетное образовательное учреждение «Средняя
общеобразовательная школа №11», Россия, г. Ижевск*

Руководитель: Алексеева Вера Васильевна,

*Учитель физики, Муниципальное бюджетное образовательное учреждение
«Средняя общеобразовательная школа №11», Россия, г. Ижевск*

Введение

Физиология и поведение большей части жизни на поверхности Земли или вблизи нее развивались в течение миллиардов лет, чтобы соответствовать естественному циклу дня и ночи на нашей планете. Однако за относительно короткий промежуток времени люди нарушили этот естественный цикл освещения, и теперь в нашей жизни широко распространено искусственное освещение в ночное время.

Ученые выяснили — экологичные светодиодные лампы негативно влияют на природу. В целом проблеме светового загрязнения уделяется мало внимания, хотя оно неблагоприятно сказывается как на окружающей среде, так и на человеке

Ученые давно говорят о том, что световое загрязнение городов приводит к нарушению биологических циклов экосистем. Искусственный свет проникает даже на дно морей. Исследование, проведенное Университетом Плимута в Великобритании, показало, что искусственное освещение прибрежных городов оказывает влияние на три четверти мест обитания морских животных. Растения и животные зависят от суточного цикла света и темноты, чтобы управлять размножением, питанием, сном, а также защищаться от хищников. Ночные животные спят днем и активны ночью. Световое загрязнение радикально меняет их среду обитания, превращая ночь в день.

Световое загрязнение — это чрезмерный, неверно направленный искусственный (обычно уличный) свет. Слишком сильное световое загрязнение имеет последствия: оно размывает звездный свет в ночном небе, мешает астрономическим исследованиям, разрушает экосистемы, оказывает неблагоприятное воздействие на здоровье людей и вхолостую расходует энергию.

Сегодня примерно 23% поверхности Земли находится в зоне светового загрязнения. Почти 80% населения подвергается его воздействию, включая 99% живущих в Европе и США.

В мире с каждым годом света становится все больше, площадь искусственно освещенных территорий выросла на 2,2% с 2012 по 2016 года, а яркость света повышается на 1,8% ежегодно. Самое парадоксальное, что это связано с переходом на энергоэффективные светодиодные лампы, которые считаются более экологичными.

Гипотеза: в городе Ижевске существует проблема светового загрязнения.

Цель работы - узнать актуально ли световое загрязнение в Ижевске, узнать способы борьбы со световым загрязнением.

Задачи:

1. Найти определение светового загрязнения, узнать его виды.
2. Выяснить опасность светового загрязнения.
3. Замерить освещённость в Ижевске
4. Узнать нормы освещённости, учреждённые государством. Сравнить полученный результат.

Глава 1. Основная часть

1.1. Свет - неотъемлемая часть жизни

Невозможно представить мир без солнечных лучей. Помимо того, что лучи дают нам свет и согревают в холодную пору, они способствуют осуществлению жизненно необходимых процессов во многих организмах.

Свет является неотъемлемой частью жизни всего живого на планете - животных, растений и человека.

Солнечный свет для большинства растений является необходимым и неиссякаемым источником жизненной энергии, регулирующим процессы их жизнедеятельности. Этот процесс называется **фотопериодизм**. Он заключается в регуляции биоритмов животных и растений при помощи света.

Фотопериодизм растений вызывает еще один процесс под названием **фототропизм**. Фототропизм отвечает за движение отдельных клеток и органов растений к солнечному свету. Примером этого процесса служит движение головок цветов в течение дня, повторяющее движение Солнца, раскрытие светлюбивых растений ночью и рост комнатных растений в сторону осветительного прибора.

Сезонный фотопериодизм заключается в реакции растений на удлинение и уменьшение светового дня. Весной, когда светлых часов становится больше, на деревьях начинают набухать почки. А осенью, когда дни становятся короче, растения начинают готовиться к зимнему периоду, закладывая почки, формируя древесный покров.

В жизни животных свет играет немаловажную роль. Он не участвует в формировании их организмов, но все же откладывает отпечаток на жизнь животных. Как и для растений, свет является источником энергии животного мира.

Солнечные лучи влияют на суточный фотопериодизм животных и на их распределение в природе. Представители фауны ведут дневной и ночной образ жизни. Благодаря этому между ними нет конкуренции в поисках пищи.

Свет помогает животным ориентироваться в пространстве и на незнакомых территориях. Именно лучи солнечного света способствовали развитию зрения у многих организмов.¹

Фотопериодизм животных также определяется длиной светового дня. Животные начинают готовиться к зиме, как только солнечные дни становятся короче. Их организм накапливает необходимые вещества для жизни в зимний период. Птицы тоже реагируют на удлинение ночи, начинают готовиться к перелетам в теплые края. Фотопериодические реакции животных контролируют наступление и прекращение брачного периода, плодовитость, осенние и весенние линьки, переход к зимней спячке, чередование обоеполых и партеногенетических поколений, миграции, развитие (активное или с диапаузой) и др. сезонные приспособительные явления.

Способность реагировать на изменение продолжительности дня и ночи в суточном цикле присуща многим группам животных: насекомым, клещам, рыбам, птицам, млекопитающим и др.

Солнечный свет играет огромную роль в жизни человека. Благодаря ему мы можем ориентироваться в пространстве, используя зрение. Свет дает нам возможность познавать окружающий нас мир, контролировать и координировать движения.

Солнечный свет способствует синтезу витамина «D» в нашем организме, который отвечает за усвоение кальция и фосфора.

Настроение человека также зависит от солнечных лучей. Недостаток света приводит к ухудшению состояния организма, апатии и упадку сил.

Нервная система человека формируется и развивается только в условиях достаточного количества солнечного света.

Также свет помогает избавиться от инфекционных заболеваний - это его защитная функция. Он способен убивать некоторые грибки и бактерии, расположенные на нашей коже. Он помогает нашему организму вырабатывать

¹ <https://сезоны-года.рф/свет.html>

необходимое количество гемоглобина. При попадании солнечных лучей на кожу, мышцы приходят в тонус, который продуктивно влияет на весь организм.

Современные исследования также дают нам данные о фотопериодизме человека. Из исследований видно, что на человека, как и на животных влияет сезонный и суточный фотопериодизм. Так были проведены параллели между сезонностью размножения человека и сезонными аффективными расстройствами, которые позволяют предположить, что ими управляют общие биологические процессы. Исторические и экспериментальные данные указывают на то, что реакции человека на сезонные изменения естественного фотопериода, были более устойчивыми до промышленной революции и что впоследствии они все больше подавлялись изменениями физической среды.²

1.4. Световое загрязнение

Световое загрязнение (другие названия засветка, световой смог) – это засвечивание неба в тёмное время суток (ночью) искусственными источниками света. Рассеивающийся в приземных слоях тропосферы свет изменяет биологические ритмы живых существ, препятствует проведению астрономических исследований. Эффект осветления небосвода усиливают частички пыли, находящиеся постоянно в атмосфере. Они преломляют, затем отражают и рассеивают световые волны.

В каждый момент половина Земли переживает ночь. На протяжении бесчисленных тысячелетий каждое животное, экосистема, человек, город и поселение приспосабливались к ночи как к половине естественного цикла света и тьмы, задаваемого восходом и заходом Солнца. Однако менее чем за столетие люди изменили ночь с появлением повсеместного искусственного освещения.

Изучение светового загрязнения и его воздействия на окружающую среду в ночное время является относительно молодой и быстро развивающейся областью. Первое исследование было проведено Университетом Плимута в Великобритании. Ученые доказали, что искусственное освещение прибрежных городов оказывает влияние на три четверти мест обитания морских животных.

² <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11506380/>

Последствия этого глубокого изменения ритма жизни начинают понимать только сейчас. На данный момент уже известно, что они включают угрозы для экосистем, здоровья человека, климата и видимости ночного неба.

Сегодня примерно 23% поверхности Земли находится в зоне светового загрязнения. Почти 80% населения подвергается его воздействию, включая 99% живущих в Европе и США.

В мире с каждым годом света становится все больше, площадь искусственно освещенных территорий выросла на 2,2% с 2012 по 2016 года, а яркость света повышается на 1,8% ежегодно.

Виды светового загрязнения

На данный момент выделяют 5 типов светового загрязнения. Рассмотрим каждый из них.

1. НАРУШЕНИЕ ОСВЕЩЕНИЯ

Довольно общая проблема, вызванная нежелательным светом, который проникает в дома и вызывает проблему бессонницы. Многие страны мира разрабатывают стандарты наружного освещения городов, которые будут ограждать людей от его пагубного влияния на здоровье.

2. ЧРЕЗМЕРНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ

Частое использование искусственного света днем, неправильные лампы и использования косвенного света – все это называется нерациональным использованием освещения.

3. ЯРКИЙ СВЕТ

Этот тип светового загрязнения вызывает угрозу общественности. Попадания бликов яркого света в сетчатку глаза способно вызвать серьезные нарушения контрастности зрения. Также его пагубное влияние вызывает проблемы на дорогах. Если взглянуть на ослепляющий свет солнца, то можно получить временный дефицит зрения.

4. СВЕТОВОЙ БЕСПОРЯДОК

Проблема вызваны огромным скоплением огней города, которые оказывают воздействие на человека и другие живые существа.

5. СВЕЧЕНИЕ НЕБА

Происходит в результате отражения света от освещенных поверхностей и света, направленного в небо. Они рассеиваются атмосферой Земли и вызывают своеобразное ночное свечение.

1.5. Влияние светового загрязнения на человека и природу

Опасность для человека:

В первую очередь, как было сказано ранее, световое загрязнение влияет на здоровье человека. Большое количество искусственного света, и уличного, и внутри квартиры, влияет на **циркадные ритмы** — внутренние часы, которые управляют дневной и ночной активностью человека. В частности, нарушение циркадных ритмов влияет на выработку **мелатонина** — химического вещества, обладающего антиоксидантными свойствами и помогающего вызвать сон. Оно же повышает иммунитет человека и снижает уровень холестерина. Недостаток этого гормона приводит к недосыпанию, усталости, головным болям, стрессу, беспокойству и другим проблемам со здоровьем.

Световое загрязнение негативно влияет и на здоровье человека, нарушая его биологические часы. Распространение искусственного освещения означает, что многие из нас больше не переживают по-настоящему темные ночи. Исследования показывают, что искусственный свет в ночное время может негативно повлиять на здоровье человека, увеличивая риск ожирения, депрессии, эмоциональной нестабильности, нарушений сна, диабета, рака и многого другого.

Каждый год из-за негативных последствий от светового загрязнения на окружающую среду и здоровье людей тратится около \$7 млрд. Проблема еще заключается в том, что доступ к более энергоэффективным лампам заставляет людей больше установить новых источников света. Следовательно, вся выгода от энергосбережения утрачивается. Это называется парадоксом Джевонса — эффективность использования ресурса может увеличить объем его потребления.

Опасность для животных:

В животном мире примерно около 30% позвоночных и 60% беспозвоночных ведут ночной образ жизни, а искусственное освещение влияет на цикл жизни и сна этих форм жизни. Поэтому животные страдают от светового загрязнения даже сильнее, чем люди: постоянное наличие света -

- ✓ Сбиваются с путей миграции;
- ✓ Нарушаются циклы размножения;
- ✓ Усложняется формирование среды обитания;
- ✓ Способствует гибели некоторых видов от яркого искусственного освещения.

Опасность для растений:

Растения полагаются на естественные световые сигналы во многих аспектах своего роста и развития. Поэтому световое загрязнение негативно сказывается на:

- ✓ На фотосинтезе;
- ✓ Нарушается циклический рост растений;
- ✓ Деревья сбрасывают листья с опозданием;
- ✓ Происходит сдвиг стадии цветения.

Влияние на атмосферу:

Слишком много ночного освещения означает перерасход электроэнергии и существенное увеличение выбросов парниковых газов.

Влияние на астрономические наблюдения:

По причине искусственного свечения неба искажается видимость неярких объектов, так как ухудшается контраст между ними. Из-за этого в крупных городах в ночном небе видны только крупные звёзды, Луна и некоторые планеты - Юпитер, Меркурий, Венера, Марс. Такие объекты далёкого космоса, как туманности, галактики, звёздные скопления, становится сложно наблюдать из городов.

Так в Лос-Анджелесе в 1994 произошел немного комичный случай, когда жители впервые увидели звездное небо. Во время землетрясения город погрузился в кромешную тьму. Взволнованные жители звонили в службу 911 и

говорили, что они видят в небе яркие огни, тысячи огней, миллионы!!! Американцы требовали объяснений, что это за светящиеся точки в небе.

С тем же властями города обратились в обсерваторию Гриффита. Люди увидели на небе необъяснимое явление проявилось, что говорить им? По началу никто не понимал, о чём идёт речь, но по мере поступления звонков и подключению специалистов обсерватории выяснилось, что люди просто видели ночное небо.

1.6. Способы борьбы со световым загрязнением

Световое загрязнение — это явление, когда избыточное и неправильно направленное искусственное освещение отражается от атмосферы и поверхностей, что приводит к нежелательным последствиям для природы и жизни людей. Оно возникает из-за экспоненциального роста использования искусственного освещения в городах и населенных пунктах. СЗ не только портит вид ночного неба, но и оказывает негативное влияние на здоровье человека, животных и растений.

Борьба со световым загрязнением начинается с осознания проблемы и внедрения эффективных мер. Существуют различные способы борьбы с ним:

- ✓ применение датчиков движения или таймеров для наружного освещения;
- ✓ выбор таких светильников наружного освещения, которые экранируют источник света — минимизируют блики и ограничивают освещенную площадь;
- ✓ отключение ненужного внутреннего освещения, особенно в пустых зданиях по ночам;
- ✓ использование плотных штор в многоэтажных зданиях: они позволят людям спать в темноте, а птицам — избежать столкновений со стеклами;
- ✓ убедиться, что рекламные вывески и другие источники света не создают излишнюю яркость и не мешают ночному небу;
- ✓ повысить осведомленность общественности о проблеме светового загрязнения и пропагандировать эффективные методы борьбы с ним.

Глава 2. Исследования

2.1. Световое загрязнение города Ижевска

Первая часть исследования заключалась в том, чтобы выяснить, актуальна ли проблема светового загрязнения для Ижевска. Для этого были использованы существующие нормы освещенности по СНиП.

Таблица 1

Сравнительная таблица

Освещаемые объекты	Средняя освещенность в Лк, не менее	Освещенность в Ижевске
Центральные магистрали, связующие улицы с выходом на магистрали А1 (в центре города)	20	58
Основные исторические проезды центра, внутренние связи центра (в центре города)	20	30
Площадки перед входами культурно-массовых, спортивных, развлекательных и торговых объектов, спортивные, развлекательных и торговых объектов	20	23 0
Главные пешеходные улицы исторической части города и основных общественных центров административных округов, непроезжие и пред заводские площади, площадки посадочные, детские и отдыха	10	30
Пешеходные улицы, главные и вспомогательные входы парков, санаториев, выставок и стадионов	6	24
Основные дороги и улицы города районного значения (в центре города)	15	47
Тротуары отделенные от проезжей части дорог и	4	18

улиц, основные проезды микрорайонов, подъезды, проходы и центральные аллеи детских, учебных и лечебно-оздоровительных учреждений		0
--	--	---

Из данной таблицы мы видим:

- ✓ освещённость на Удмуртской улице - в 2,9 раза превышает минимальную норму;
- ✓ на Пушкинской улице освещение превышает минимальную норму в 1,5 раза;
- ✓ на Центральной Площади освещённость превышает минимальную норму в 11,5 раз;
- ✓ на улице Максима Горького освещённость превышает норму в 3 раза;
- ✓ на улице Карла Маркса освещённость превышает минимальную норму в 4 раза;
- ✓ улица Кирова превышает минимальную норму в 4 раза;
- ✓ у многих подъездов и у входных групп освещённость превышает минимальную норму в 45 раз.

Как видно из данного СНиПа средняя освещённость дана по минимуму, не существует максимальной точки для регламента освещения. В современных условиях, когда технические возможности сильно поменялись (лампы стали мощнее, а потребление энергии уменьшилось), необходимо внести в СНиПы не только минимальные, но и максимальные значения.

Из таблицы видно, что проблема светового загрязнения уже существует в Ижевске. Кроме замеров освещённости на местности, существует более точные замеры из космоса. Если посмотреть на веб-страницу <https://www.lightpollutionmap.info>, на которой представлены снимки из космоса светового загрязнения земли, тогда видно, что Ижевск уже относится к городам, в которых световое загрязнение вызывает тревогу.

Но так как город Ижевск, не относится к крупным городам, в наших силах добиться минимизации светового загрязнения.

Мои предложения для города Ижевска:

- поменять лампы на улицах с синего и белого света на более тёплые цвета (красный, желтый). Потому что красный и жёлтый цвета имитирует природный закат и не так губительно влияет на живые организмы как синий и белый цвета;
- переключать лампы на датчик движения с определённого времени, например после 23.00;
- занавешивать окна шторами вечером, чтобы свет от фонарей с улицы не проникал в дом, и свет из дома не проникал на улицу;
- отказаться от подсветки домов (новостройки), оставить подсветка на значимых исторических и экскурсионных объектах;
- не освещать небо фонарями;
- регламентировать максимально допустимое освещение (Госты, СНИПы), с наступлением темноты – возникает желание увеличить освещение улиц сделать более ярким и приблизить его к дневному освещению – но в этом и кроется опасность. Сбивается биоритм у человека и животных, поэтому важно не увлекаться излишней яркостью осветительных приборов.

Заключение

Человек всегда хотел осветить мир вокруг себя, чтобы обезопасить себя и улучшить уровень жизни. Цивилизация не стояла на месте, со временем все больше совершенствуя источники света. Этот процесс приносил свои плюсы и минусы. И на данный момент перед человечеством встала проблема избытка освещения.

Световое загрязнение (СЗ) может нарушить фотопериодичность времени и сорвать сезонные адаптации физиологии, морфологии и поведения всех живых организмов. Световое загрязнение нарушает роль мелатонина на сезонные изменения в мозге, нарушает циркадные ритмы, оказывает отрицательное влияние на размножение, иммунную функцию, метаболизм, терморегуляцию и линьку. Животные эволюционировали с помощью изысканно точных механизмов синхронизации, которые нарушаются из-за растущего воздействия СЗ. Мы пришли к выводу, что СЗ может нарушать фотопериодические реакции, негативно влиять на физическую форму и биоритмы животных, которые формировались в течении эволюции.³

Световое загрязнение на данный момент очень важная проблема, на которую необходимо обратить внимание общественности, государственным деятелям, экологическим правозащитникам и др.

³ Лю Джа, Мелендес-Фернандес О., Бумгарнер Дж.р., Нельсон Р.Дж. Влияние светового загрязнения на сезонность, обусловленную фотопериодом. Поведение Horm. 2022 Май;141:105150. doi: 10.1016/j.yhbeh.2022.105150. Epub 2022 15 марта. PMID: 35304351; PMCID: PMC10137835.

Список литературы

1. <https://сезоны-года.рф/свет.html>
2. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11506380/>
3. Лю Джа, Мелендес-Фернандес О., Бумгарнер Дж.р., Нельсон Р.Дж. Влияние светового загрязнения на сезонность, обусловленную фотопериодом. Поведение Norm. 2022 Май;141:105150. doi: 10.1016/j.yhbeh.2022.105150. Epub 2022 15 марта. PMID: 35304351; PMCID: PMC10137835.